



**Europäisches
Patentamt**



**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

#4

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

98830808.6

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE,
LA HAYE, LE

21/01/00



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:
Application no.: 98830808.6
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 31/12/98
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
STMicroelectronics S.r.l.
20041 Agrate Brianza (Milano)
ITALY

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
A telephone subscriber system

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

The original title of the application in Italian reads as follows :
Sistema telefonico d'utente

98830808

Titolo: "Sistema telefonico d'utente".

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

La presente invenzione fa riferimento ad un sistema telefonico d'utente.

Più specificatamente l'invenzione si riferisce ad un sistema telefonico d'utente comprendente almeno un circuito di pilotaggio collegato ad un primo e ad un secondo terminale.

10 L'invenzione riguarda in particolare, ma non esclusivamente, un sistema telefonico comprendente un circuito di interfaccia SLIC e la descrizione che segue è fatta con riferimento a questo campo di applicazione con il solo scopo di semplificarne l'esposizione.

15 Arte nota

Come è ben noto, un sistema telefonico comprende normalmente un utente (in particolare un apparecchio telefonico), un elemento di connessione (come un doppino T-Tip e R-Ring) ed una apparecchiatura centrale.

20 L'apparecchiatura centrale comprende apparecchi idonei ad effettuare tutte le funzioni base del sistema telefonico, conosciute nell'arte come BORSCHT, dall'acronimo in lingua inglese "Battery, Overvoltage protection, Ringing, Supervision, Coding, Hibrid, Test".

25 Non ci si dilungherà in questa sede sulle caratteristiche di queste funzioni di base note al tecnico del ramo. Si ricorda però che la commutazione nell'apparecchiatura centrale avviene allorquando un utente telefonico compone un numero. In particolare, tale numero viene inviato

all'apparecchiatura centrale sotto forma di impulsi decadici o sotto forma di toni audio; l'apparecchiatura centrale rileva il numero composto ed invia un segnale di avviso, cosiddetto di "ringer" in maniera da allertare l'apparecchio telefonico chiamato, vale a dire l'apparecchio corrispondente al numero composto, che una comunicazione è in attesa. Contemporaneamente a tale segnale di "ringer" viene attivato un segnale di ritorno per informare l'utente chiamante dell'inoltro della sua richiesta di comunicazione.

Fin dai primordi, gli apparecchi telefonici sono stati dotati di meccanismi di segnalazione del tipo sopra indicato. In particolare, il cosiddetto "ringer polarizzato", inventato nel 1878 da Watson, è ancora utilizzato; tale meccanismo di segnalazione viene attivato da una tensione alternata di frequenza 20/50 Hertz con ampiezza di circa 90 Vrms, tale ampiezza risultando necessaria a causa delle inefficienze dei materiali magnetici e delle linee di trasmissione comprese nel sistema telefonico.

Seppure ridotta, l'esigenza di una ampiezza non trascurabile per il segnale di comando della segnalazione delle chiamate inoltrate rimane anche nelle apparecchiature attuali.

In particolare, gli apparecchi noti presentano un segnale in corrente alternata (AC) di suoneria, generalmente ottenuto nell'apparecchiatura centrale mediante un motore a corrente continua (DC) che pilota un generatore AC. Un segnale siffatto può essere in alternativa ottenuto mediante un invertitore, ad esempio un invertitore allo stato solido, in grado di produrre una tensione AC a partire da una tensione DC senza la necessità di nessuna parte in movimento. In entrambe le realizzazioni viene

utilizzata una tensione nominale di centrale pari a -48VDC tipici.

Il segnale AC può quindi essere inviato in linea modulato come un "burst" avente una determinata cadenza, sia
5 mediante i contatti di un relay attivato da un interruttore [switch], sia direttamente da una opportuna interfaccia di linea.

Le richieste per il segnale di suoneria sono fissate dalle normative vigenti nei singoli paesi. Una caratteristica
10 comunemente fissata è relativa all'invio di tale segnale in maniera bilanciata o sbilanciata.

Nella figura 1 è illustrato a titolo esemplificativo l'invio di un segnale di suoneria in maniera bilanciata, mentre nelle figure 2A e 2B è illustrato il caso di invio
15 in maniera sbilanciata.

In entrambi i casi illustrati come esempi, l'invio in linea è realizzato, come nelle apparecchiature attualmente in circolazione, mediante l'utilizzo di un apposito relay 1,

E' opportuno precisare che nei sistemi tradizionali il
20 segnale di suoneria è inviato in linea in maniera sbilanciata e sovrapposto al segnale di tensione di alimentazione o di batteria (pari a -48VDC tipici). Tale soluzione risulta impraticabile nel caso di una
realizzazione completamente elettronica delle
25 apparecchiature implicate, a causa delle difficoltà tecnologiche nel dominare le elevate tensioni necessarie, se non a spese di un improponibile incremento dell'area di silicio da utilizzare per l'integrazione del sistema nel suo complesso.

30 Una soluzione nota per eliminare il relay di suoneria [ring relay] consiste nell'utilizzare una configurazione a ponte

per la realizzazione dell'interfaccia di linea, o SLIC, utilizzando per il segnale di suoneria gli stessi elementi di pilotaggio utilizzati nelle altre modalità operative del sistema telefonico.

- 5 In particolare, un'interfaccia di linea SLIC in configurazione a ponte prevede l'invio del segnale di suoneria in linea in maniera bilanciata con sovrapposta una tensione DC pari a circa 22 Volt, atta a rilevare il segnale di innesco, o sgancio, dell'apparecchio telefonico
10 utente.

La figura 3 riporta uno schema semplificato di una interfaccia di linea SLIC in configurazione a ponte in grado di soddisfare le normative inerenti sia le applicazioni pubbliche sia quelle private in termini di
15 ampiezza e distorsione del segnale inviato.

Nel caso di esigenze in termini di ampiezza e/o distorsione particolarmente severe, come nel caso di reti del tipo ~~"short loop", è possibile generare il segnale di suoneria~~ direttamente dall'interfaccia SLIC sfruttando la cosiddetta
20 funzione di "Reverse Polarity". Utilizzando infatti un comando ad onda quadra di basso livello (livello logico 0) avente una frequenza pari a quella di suoneria (20/50 Hz tipici), si pilotano opportunamente gli elementi di pilotaggio per ottenere un'inversione di polarità in linea
25 a frequenza di suoneria come illustrato schematicamente nella figura 4.

E' possibile in questo caso controllare le transazioni mediante una opportuna capacità, approssimando la forma d'onda in linea ad una forma trapezoidale, controllando
30 quindi il fattore di cresta FC, definito come:

$$FC = V_p/V_{rms} \quad (1)$$

essendo

V_p , e

V_{rms}

In questo caso, si ottiene il segnale di suoneria
5 bilanciato come illustrato nella figura 5.

Nel caso in cui si debba uniformarsi alle richieste delle
normative relative all'accesso ad una rete ISDN, come nel
caso del Capitolato Tecnico Telecom Italia No. 1499
relativo alla "Terminazione di rete per l'Accesso Base del
10 Servizio ISDN a larga scala con due terminazioni analogiche
(NT1+)", è importante che il segnale di suoneria venga
inviato in linea in maniera sbilanciata e con un valore
medio pari al livello di batteria.

La presente invenzione propone un dispositivo per la
15 generazione di un segnale di suoneria del tipo integrato,
in grado di superare la necessità di utilizzo di un relay,
nel rispetto delle normative vigenti. In particolare, scopo
della presente invenzione è realizzare, utilizzando una
interfaccia di tipo SLIC integrata su una piastrina di
20 silicio, un dispositivo in grado di inviare in linea un
segnale di suoneria con un valore medio pari al livello di
batteria, privilegiando l'utilizzo di tecnologie con la
minore tensione di lavoro a parità di prestazioni
richieste.

25 Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base della presente
invenzione è quella di utilizzare una rete addizionale
inserita tra un'uscita del circuito di pilotaggio ed un
nuovo terminale e comprendente a sua volta un condensatore
30 opportunamente dimensionato ed un diodo di limitazione, in
parallelo tra loro, per minimizzare la tensione complessiva

pur mantenendo un valore medio di batteria desiderato.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto da un sistema telefonico d'utente del tipo precedentemente indicato e definito dalla parte
5 caratterizzante della rivendicazione 1.

Le caratteristiche ed i vantaggi del dispositivo secondo l'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito, di un suo esempio di realizzazione dato a titolo
10 indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati.

Breve descrizione dei disegni

In tali disegni:

- la figura 1: mostra schematicamente l'invio di un segnale di suoneria in maniera bilanciata;
- 15 - le figure 2A e 2B: mostrano schematicamente l'invio di un segnale di suoneria in maniera sbilanciata;
- la figura 3: mostra schematicamente una interfaccia di linea SLIC in configurazione a ponte secondo l'arte nota;
- la figura 4: mostra un circuito di interfaccia SLIC
20 che sfrutta la cosiddetta funzione di "Reverse Polarity";
- la figura 5: mostra l'andamento di un comando ad onda quadra di basso livello per ottenere un'inversione di polarità in linea;
- la figura 6: mostra un circuito di interfaccia SLIC
25 secondo l'invenzione;
- la figura 7: mostra l'andamento di segnali interni al circuito di figura 6;

- la figura 8: mostra una variante di realizzazione di un particolare del circuito di figura 6;
 - la figura 9: mostra schematicamente un ulteriore particolare del circuito di figura 6;
- 5 - le figure 10, 11, 12, 13 e 14: mostrano l'andamento di alcune forme d'onda ottenute in laboratorio ed interne al circuito di interfaccia secondo l'invenzione.

Descrizione dettagliata

10 Si è già visto in relazione alla tecnica nota (figura 3) come la funzione d'iniezione del segnale di suoneria viene realizzata mediante uno sbilanciamento in corrente continua DC della tensione presente tra i fili Tip e Ring. In particolare, l'iniezione del segnale di suoneria avviene in modo differenziale attraverso il "phase Splitter" verso i
15 'drivers' di linea.

In questo modo è possibile calcolare la massima tensione che il circuito SLIC deve fronteggiare per realizzare la funzione d'iniezione. Con riferimento alla figura 3 assumiamo come:

20 VDC = la differenza di tensione in corrente continua DC che si richiede tra i fili Tip e Ring;

VDROP = il margine di tensione che è opportuno prevedere affinché tutti gli stadi (essenzialmente gli stadi finali) lavorino in modo lineare per una minimizzazione della
25 distorsione;

VRINGER = la tensione in corrente alternata AC (valore rms) che è necessario sviluppare ai capi del carico;

La tensione minima di batteria risulta quindi essere:

$$\text{VBATmin} = \text{VDC} + \text{VDROP} + \text{VRINGERpeak} \quad (2)$$

Sostituendo dei valori numerici risulta per esempio per $VDC=20V$, $VDROP=3V$ (per ogni lato) e $VRINGER=50V_{rms}>70.5V_{peak}$, un tensione minima di batteria pari a

$$VBAT_{min}=20 + 6 + 70.5=96.5V$$

- 5 E' opportuno notare che a questo valore vanno aggiunte le cadute di tensione delle resistenze di protezione e sensing che in questo conteggio non sono state considerate, nonché gli "spread" di batteria e di processo,....

- 10 Nel seguito si illustrerà come, a parità di prestazioni tecniche, sia possibile utilizzare una tecnologia che presenta una massima tensione di lavoro inferiore a quella calcolata. Nel caso specifico si intende utilizzare la tecnologia ST-BCDIII (80 V).

- 15 Un accorgimento tecnico che trova impiego pratico nelle applicazioni utilizzanti la funzione "reverse polarity" nelle reti per "short loop", e che permette di minimizzare la tensione complessiva pur inserendo un valore medio di batteria è mostrato in figura 6. In questo caso la rete
20 addizionale che viene inserita tra l'uscita del driver ed il nuovo filo di ring permette una traslazione [shift] in corrente continua DC, tramite un condensatore C opportunamente dimensionato, di un valore di tensione pari all'entità del segnale in corrente alternata AC che si sviluppa all'uscita dei driver.

- 25 Sul nuovo filo Ring la tensione idealmente commuta tra un valore $-2VBAT$ ed un valore $-VBAT$ mentre sul filo Tip la tensione commuta normalmente tra GND e $-VBAT$ come illustrato in figura 7.

- 30 Vantaggiosamente secondo l'invenzione, il condensatore C viene dimensionato in modo tale da ridurre l'attenuazione del segnale ad un valore accettabile e per essere in grado

di operare con relativamente alte tensioni.

Un diodo D1 connesso in parallelo al condensatore C permette un funzionamento corretto dello SLIC quando esso è in modo funzionale di conversazione. In tal caso una
5 corrente DC fluisce dal terminale Tip (potenziale più positivo) verso il terminale Ring (potenziale più negativo) ed il diodo D1 risulta polarizzato direttamente presentando così una bassa resistenza che cortocircuita il condensatore C.

10 Una resistenza R che connette l'uscita dei driver al riferimento di tensione -VBAT è necessaria per definire la costante di tempo necessaria per l'assestamento della funzione. Il suo valore non può quindi ridursi indefinitamente in quanto potrebbe alterare le
15 caratteristiche elettriche dello SLIC (Longitudinal-Transversal conversion).

Un ulteriore diodo D2 permette di ottenere una traslazione di tensione realizzando una differenziazione delle costanti di tempo del circuito. Tali costanti di tempo risultano
20 pari ad un valore RC durante la carica, e praticamente infinito durante la scarica.

Un calcolo della tensione minima di batteria porta al risultato seguente:

25 $V_{BATmin} = 70.5 + 3 = 74V$, considerando un drop di 1.5V per ogni lato

La distorsione relativa risulta peggiore del caso precedente ma una oculata scelta della transizione può contenere il suo valore entro le specifiche dell'applicazione NT1+.

30 Tale esempio raggiunge i risultati prefissati ma non è in grado di soddisfare una ulteriore richiesta di sistema che

consiste nella trasmissione di informazioni durante il periodo di ON-HOOK. Si ricorda che la funzione "ON-HOOK Transmission" può avvenire all'inizio dell'invio del segnale di suoneria oppure durante la prima pausa del segnale medesimo (fra il primo ed il secondo "burst"). In questo caso non scorre alcuna corrente DC ($I_{loop}=0mA$): il diodo D1 non risulta polarizzato alterando così la trasmissione dei dati.

Per ovviare a questo inconveniente che potrebbe verificarsi solo nel caso di "ON-HOOK Transmission" un ulteriore perfezionamento della rete è stato creato come illustrato in figura 8. Il diodo D1 è stato sostituito convenientemente con un transistor MOS del tipo a canale P che è un componente normalmente presente per esempio nelle tecnologie del tipo BCD ed in grado di operare in accordo con le tensioni definite dal processo.

Funzione essenziale di questo transistor MOS a canale P è quello di avere intrinsecamente nella sua struttura un diodo che può efficacemente sostituire il diodo D1 dell'esempio precedente e nel medesimo tempo operare come un interruttore che cortocircuita il diodo stesso (D1) nel caso di ON-HOOK Transmission permettendo così la trasmissione corretta dei dati.

Caratteristica peculiare di questa soluzione è di permettere una completa integrabilità (escluso ovviamente il condensatore C) nei processi del tipo BCD. Infatti supponendo che il processo scelto sia in grado di operare con la tensione di batteria ($-VBAT$), ai capi dei singoli componenti non viene applicata mai una tensione superiore a $-VBAT$ (pur sviluppando una tensione $-2VBAT$ sul filo di Ring il transistor MOS a canale P lavora ad una tensione pari ancora a $-VBAT$).

Una ulteriore realizzazione circuitale, particolarmente

utile per un impiego di terminazione di rete ISDN (NT1+) che incorpora due addizionali 'drivers' impiegati solo per implementare la funzione di suoneria è illustrata in figura 9.

- 5 In particolare, in tale figura viene schematicamente illustrato un circuito semplificato, caratterizzato dal fatto di presentare una bassa dissipazione di potenza, che è una delle caratteristiche principali della terminazione NT1+.
- 10 In questo caso i "drivers" addizionali (Ringer driver A e B) sono operativi solo durante la funzione di suoneria e vengono pilotati convenientemente in ON/OFF in accordo ad una sequenza logica appropriata. Tale sequenza potrebbe essere del tipo PWM o derivata da una modulazione del tipo
- 15 Sigma-delta.

In questo modo la dissipazione del sistema risulta minimizzata e la ricostruzione del segnale di suoneria a bassa frequenza è realizzata mediante un filtro esterno, ad esempio del tipo LC.

- 20 Per quanto riguarda la generazione del segnale AC che presenta un valore medio DC di batteria, in figura 9 viene ancora visualizzato per semplicità il diodo D1 ben sapendo che esso può venire sostituito con un transistor MOS a canale P come già detto.
- 25 Il blocco 'Level Driver Interface' svolge la funzione di interfacciare il segnale logico d'ingresso del tipo PWM o Sigma-delta per adattarlo correttamente ai livelli di pilotaggio dei drivers finali alimentati fra GND e -VBAT.

- I Ringer Driver A/B, operativi solo in fase di suoneria,
- 30 svolgono il compito di amplificare il segnale logico d'ingresso per ottenere una commutazione tra GND e -VBAT

mentre il sistema comprendente L1-L2-C1-C2 realizza il filtro esterno che estrae il segnale sinusoidale di suoneria.

5 La rete che realizza un valore medio DC di suoneria sovrapposto ad un segnale AC bilanciato è composta dal condensatore C1 come nei casi precedenti, dal diodo D1 che può essere sostituito da un transistor MOS a canale P per l'implementazione della "ON-HOOK Transmission" e dallo SLIC driver (Ring A)

10 Lo SLIC driver (Ring A) viene usato come "voltage restorer" al posto della resistenza R1 utilizzata precedentemente e minimizza la costante di tempo (lo SLIC driver -Tip B è in questa fase spento, cioè in alta impedenza). L'eliminazione della resistenza R1 presenta un benefico effetto anche
15 durante la fase di conversione dove i Ringer Driver risultano OFF e si evita il peggioramento della "longitudinal-Transversal conversion" dovuta alla presenza della resistenza R1.

Durante la normale fase di conversazione i relativi
20 'drivers' (SLIC Driver) sono chiusi su un carico addizionale AC composto da una serie di un primo ed un secondo condensatore, CF1 e CF2, normalmente ben tollerati. Gli elementi induttivi del filtro unitamente al condensatore C1 risultano invece sconnessi con un indubbio
25 vantaggio nella flessibilità e nella compensazione del sistema.

Se si vuole ottimizzare ulteriormente il bilanciamento del circuito a causa della presenza del transistor MOS a canale P è sempre possibile aggiungere anche sullo SLIC
30 driver (Tip B) un componente simile.

Nelle figure 10, 11, 12, 13 e 14 sono riportate alcune forme d'onda realizzate in laboratorio utilizzando una

tensione Vbat di 40 V compatibile con la tecnologia di realizzazione dei driver sotto esame. Il carico è costituito da una rete equivalente a 3EUREN (660 ohm in serie ad un condensatore di 3uF) connesso fra i fili Tip e Ring.

In figura 10 è riportato l'effetto dello SLIC Driver (Ring A) sulla costante di carica del condensatore C1 (47uF) quando il Driver è OFF (equivalente ad un resistore R infinito) e quando il driver è ON (equivalente ad un resistore R pari a R_{on} - poche decine di ohm).

In figura 11 sono riportate le singole forme d'onda sui fili Tip e Ring ed il valore differenziale del segnale AC, che presenta una distorsione inferiore al 3% (le forme d'onda sono rappresentative della tensione ma sono distorte dal tipo di oscilloscopio utilizzato). E' opportuno notare che in questo caso lo SLIC Driver è OFF.

In figura 12 sono riportate le medesime forme d'onda di figura 11 ma con lo SLIC Driver ON. Si nota in particolare l'effetto di leggero shift in tensione dovuto al diverso riferimento imposto dallo stesso SLIC Driver.

In figura 13 sono riportate le forme d'onda relative al circuito di figura 9 ed in particolare la tensione ai capi del diodo D1, ai capi del condensatore C1 e sul filo di Ring.

In figura 14 sono riportate le forme d'onda relative al circuito di figura 9 in modo simile a quanto riportato in figura 13 ma applicando una ampiezza ridotta (circa la metà) della modulante a 25 Hz che viene iniettata nel generatore di PWM stream.

Si nota come il valore di shift di tensione DC è funzione dell'ampiezza del segnale.

La combinazione di queste forme d'onda evidenzia che ogni componente coinvolto non presenta mai un valore che eccede la tensione applicata di batteria a cui la tecnologia scelta si uniforma, mentre è chiaro che la tensione

5 composita DC e AC sviluppata sul filo di Ring eccede ampiamente tale limite (due volte la VBAT) e soddisfa quanto richiesto da alcune normative di generare un segnale di suoneria che presenta un valore medio DC di batteria.

Vantaggiosamente secondo l'invenzione, il circuito proposto

10 risulta completamente integrabile nella sua funzione di iniezione di segnale di suoneria (ad eccezione del solo condensatore) per una maggiore affidabilità con una riduzione dei costi ed offre la possibilità di erogare un segnale composito per suoneria (in corrente alternata AC e

15 corrente continua DC) che eccede ampiamente i limiti di tensione della tecnologia stessa con indubbio vantaggio della dimensione (chip size) e quindi ancora del costo.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema telefonico d'utente comprendente almeno un circuito di pilotaggio collegato ad un primo (Tip) e ad un secondo terminale (Ring), caratterizzato dal fatto di comprendere una rete addizionale inserita tra un'uscita del circuito di pilotaggio ed un nuovo terminale (new-ring), detta rete addizionale comprendendo a sua volta un condensatore (C) opportunamente dimensionato ed un diodo di limitazione (D1), in parallelo tra loro, per minimizzare la tensione complessiva pur mantenendo un valore medio di batteria desiderato.
2. Sistema telefonico d'utente secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto diodo di limitazione (D1) comprende un transistor MOS.
3. Sistema telefonico d'utente secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere un filtro esterno (C1, C2, L1, L2) per estrarre un segnale sinusoidale di suoneria.

RIASSUNTO

Sistema telefonico d'utente comprendente almeno un circuito di pilotaggio collegato ad un primo (Tip) e ad un secondo terminale (Ring), nonché una rete addizionale inserita tra
5 un'uscita del circuito di pilotaggio ed un nuovo terminale (new-ring), la rete addizionale comprendendo a sua volta un condensatore (C) opportunamente dimensionato ed un diodo di limitazione (D1), in parallelo tra loro, per minimizzare la
10 tensione complessiva pur mantenendo un valore medio di batteria desiderato.

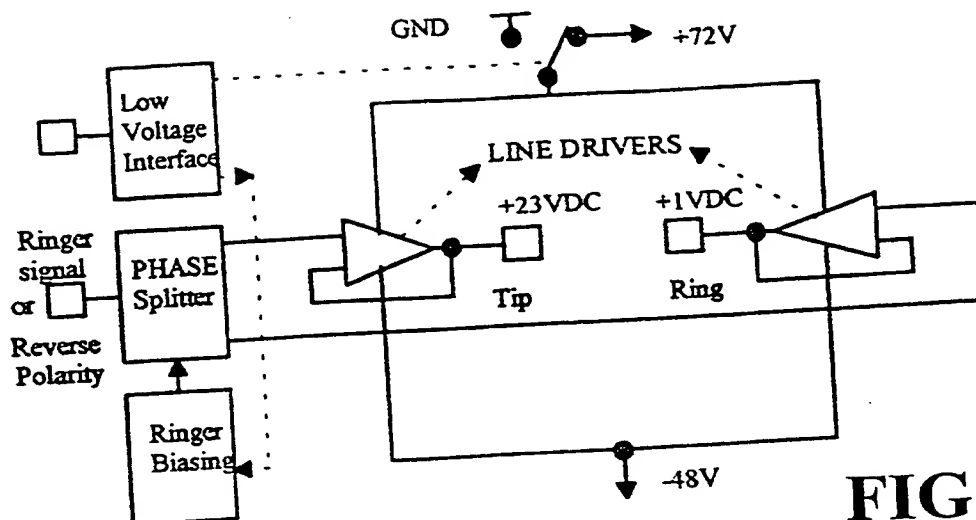


FIG. 3
PRIOR ART

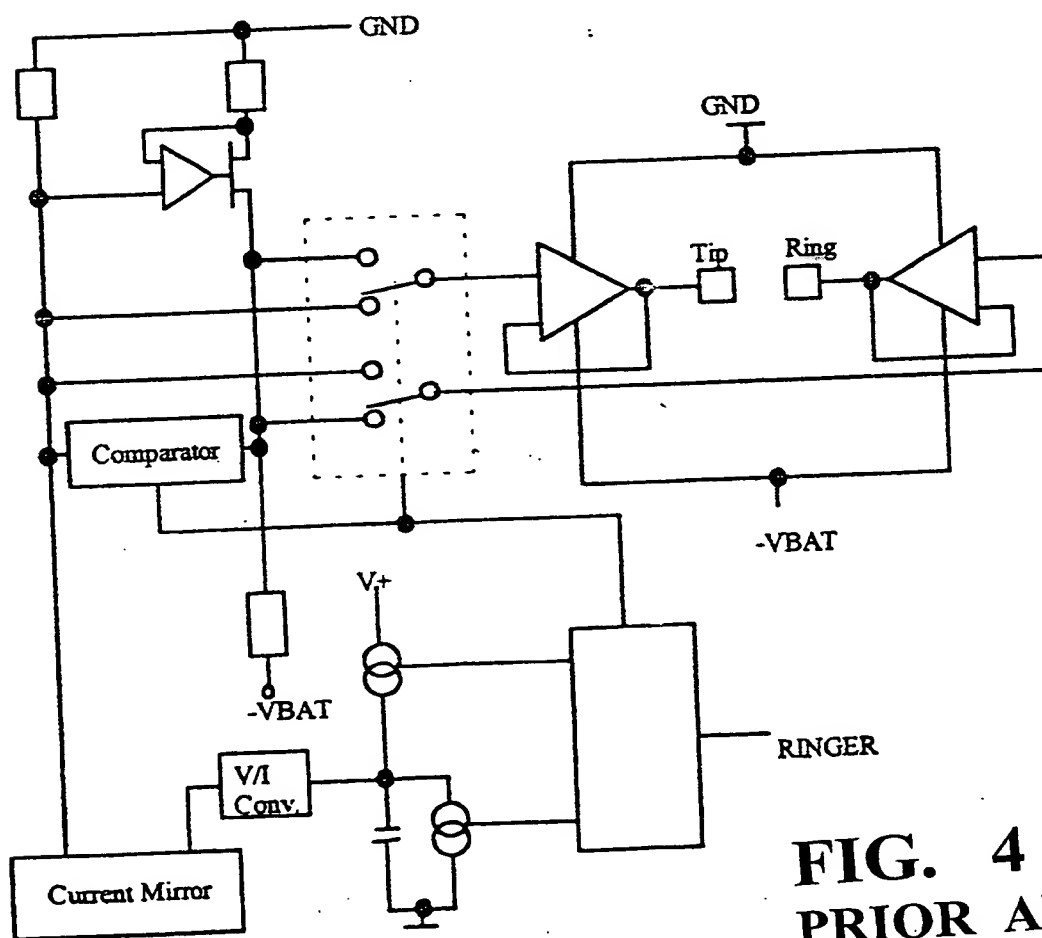


FIG. 4
PRIOR ART

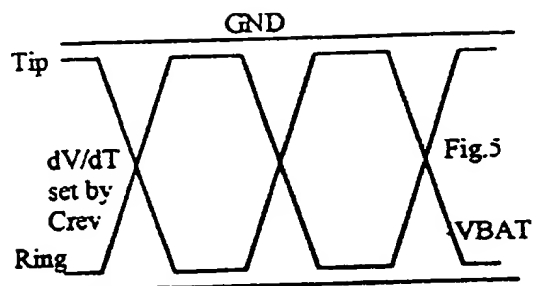


FIG. 5

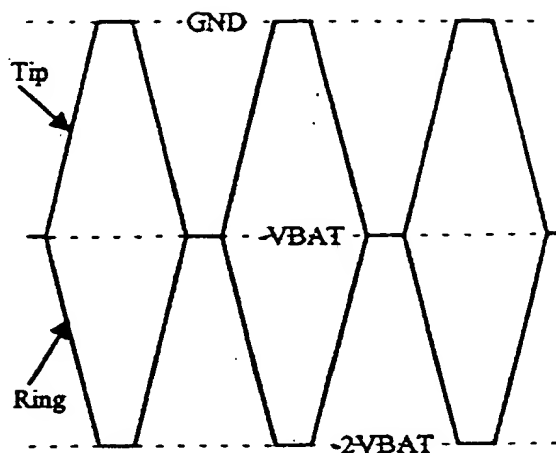


FIG. 7

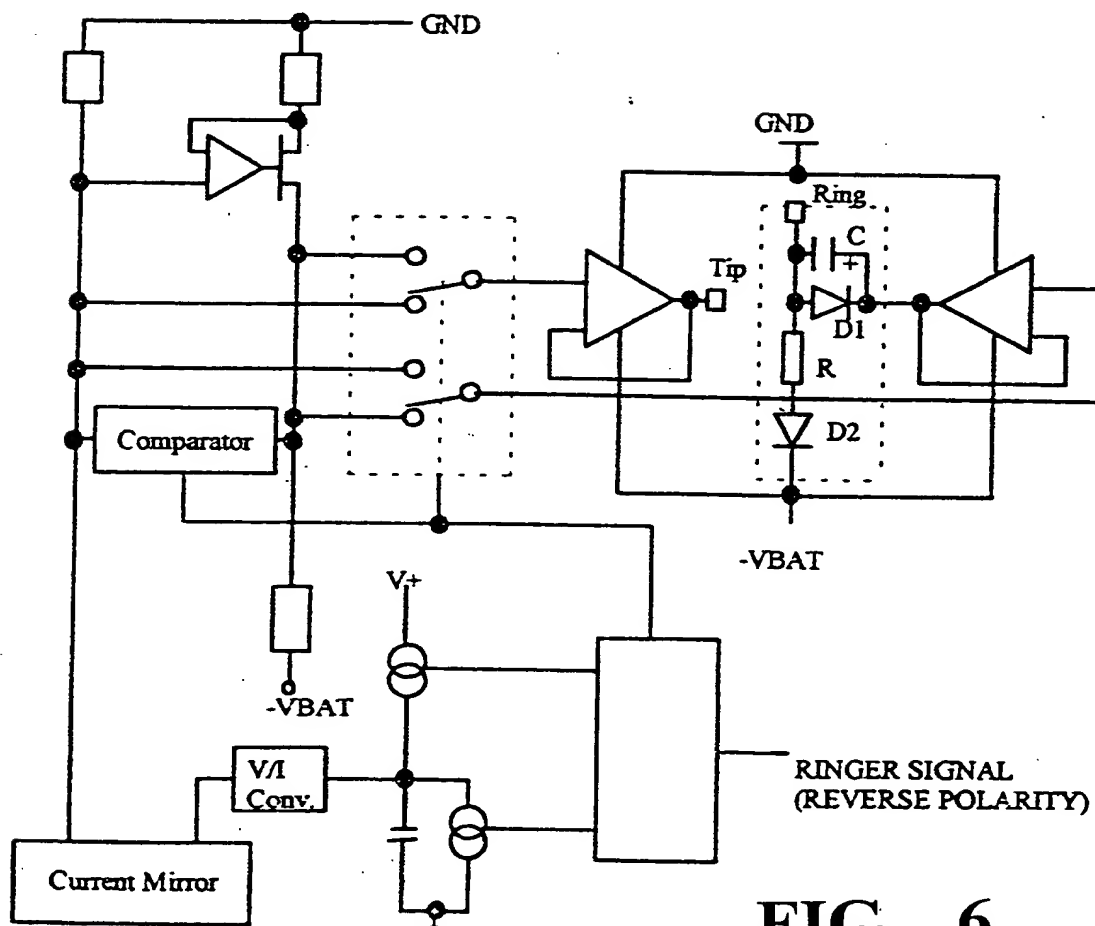


FIG. 6

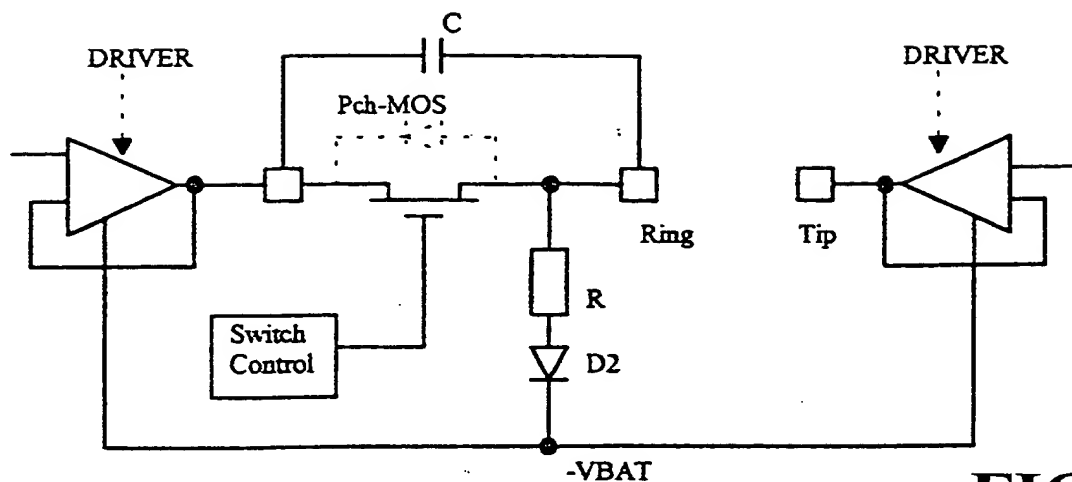


FIG. 8

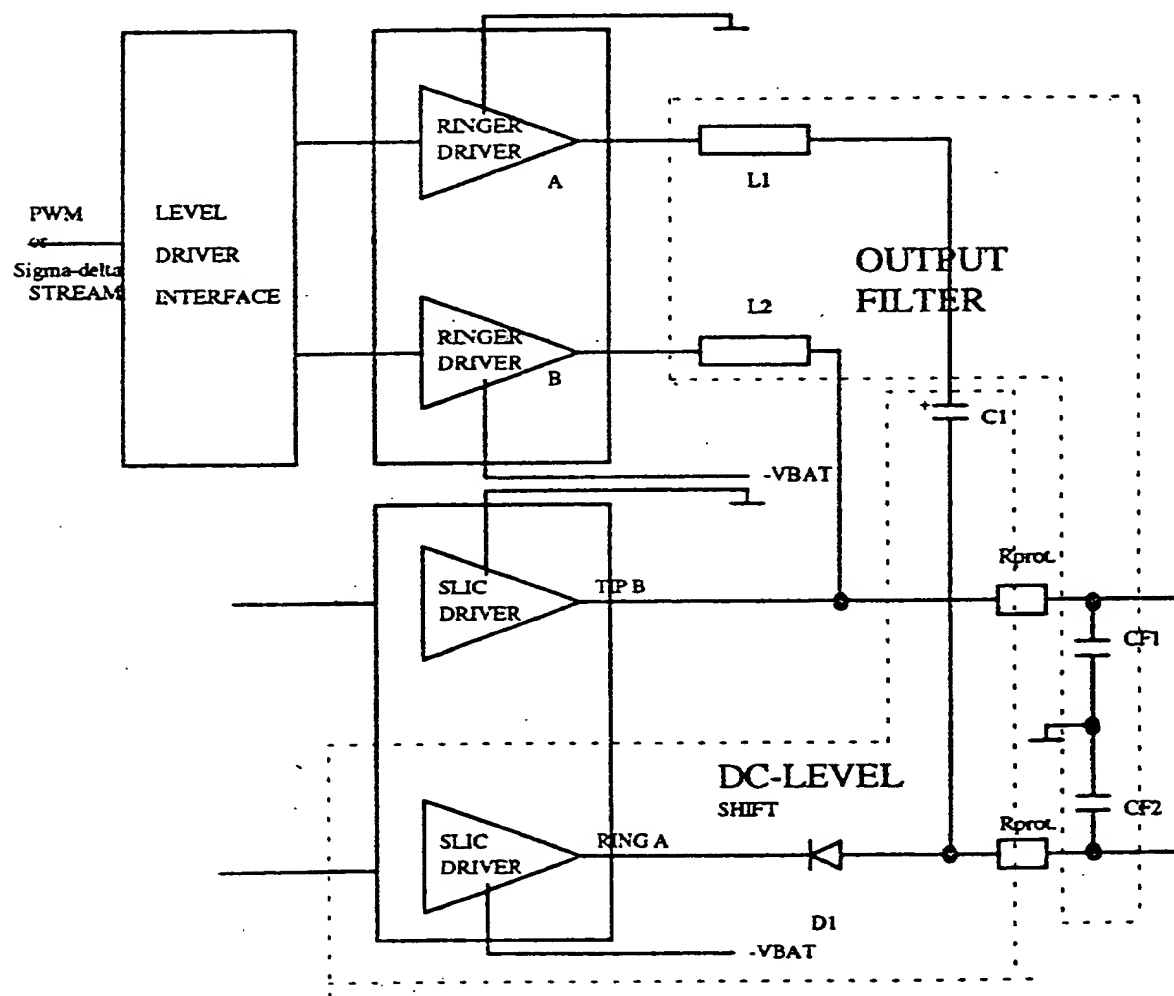
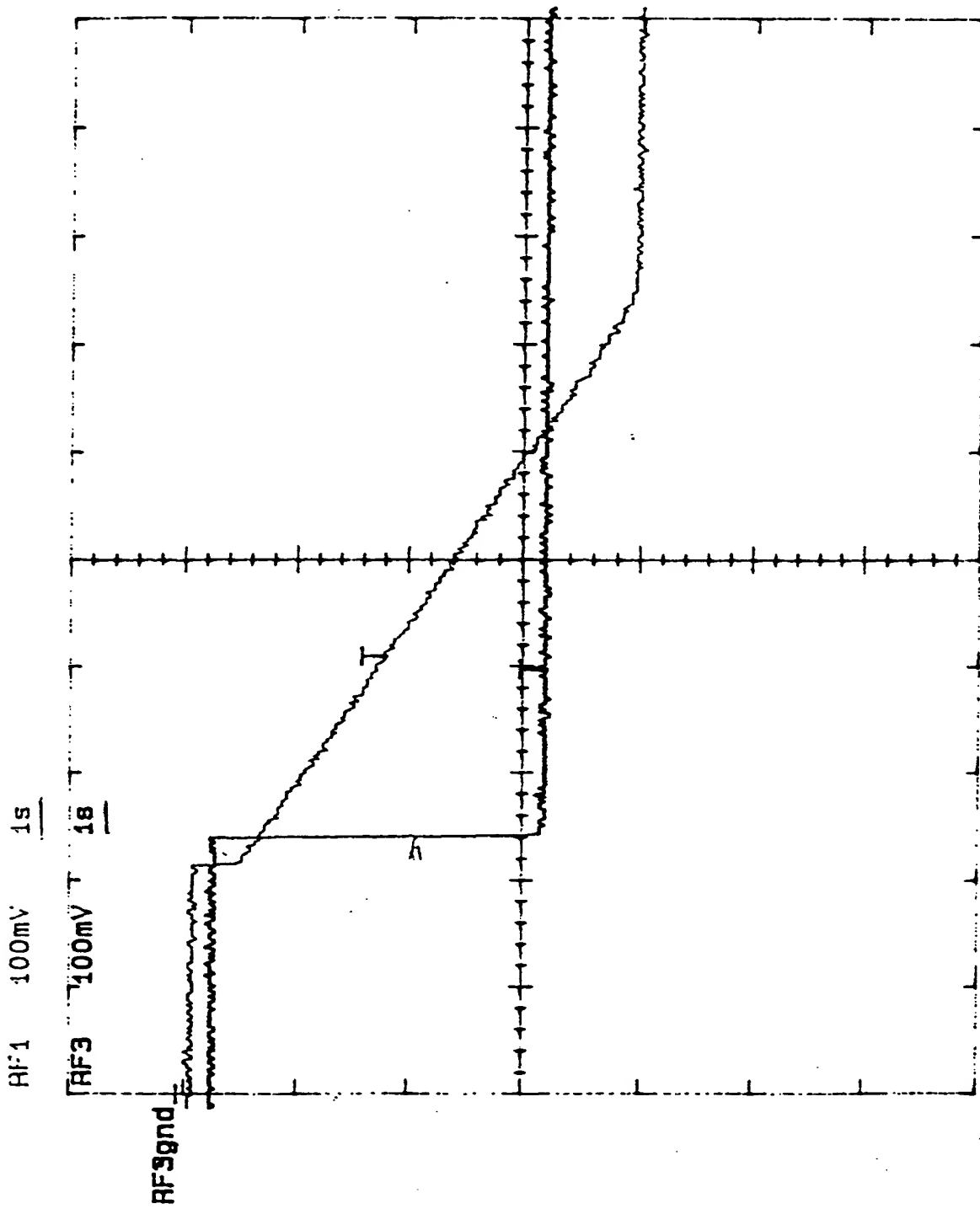


FIG. 9

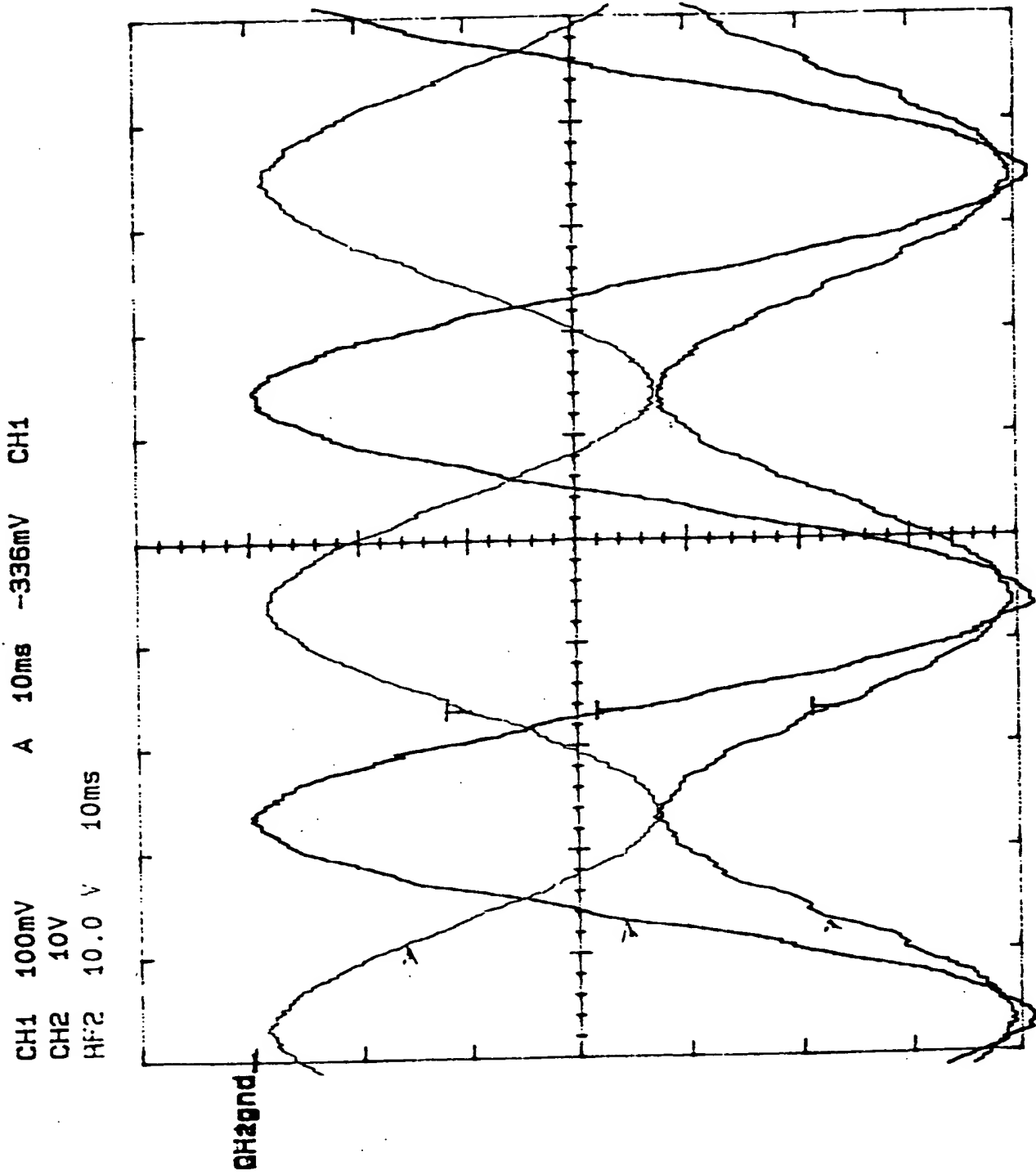
5/9

FIG. 10



6/9

FIG. 11



7/9

FIG. 12

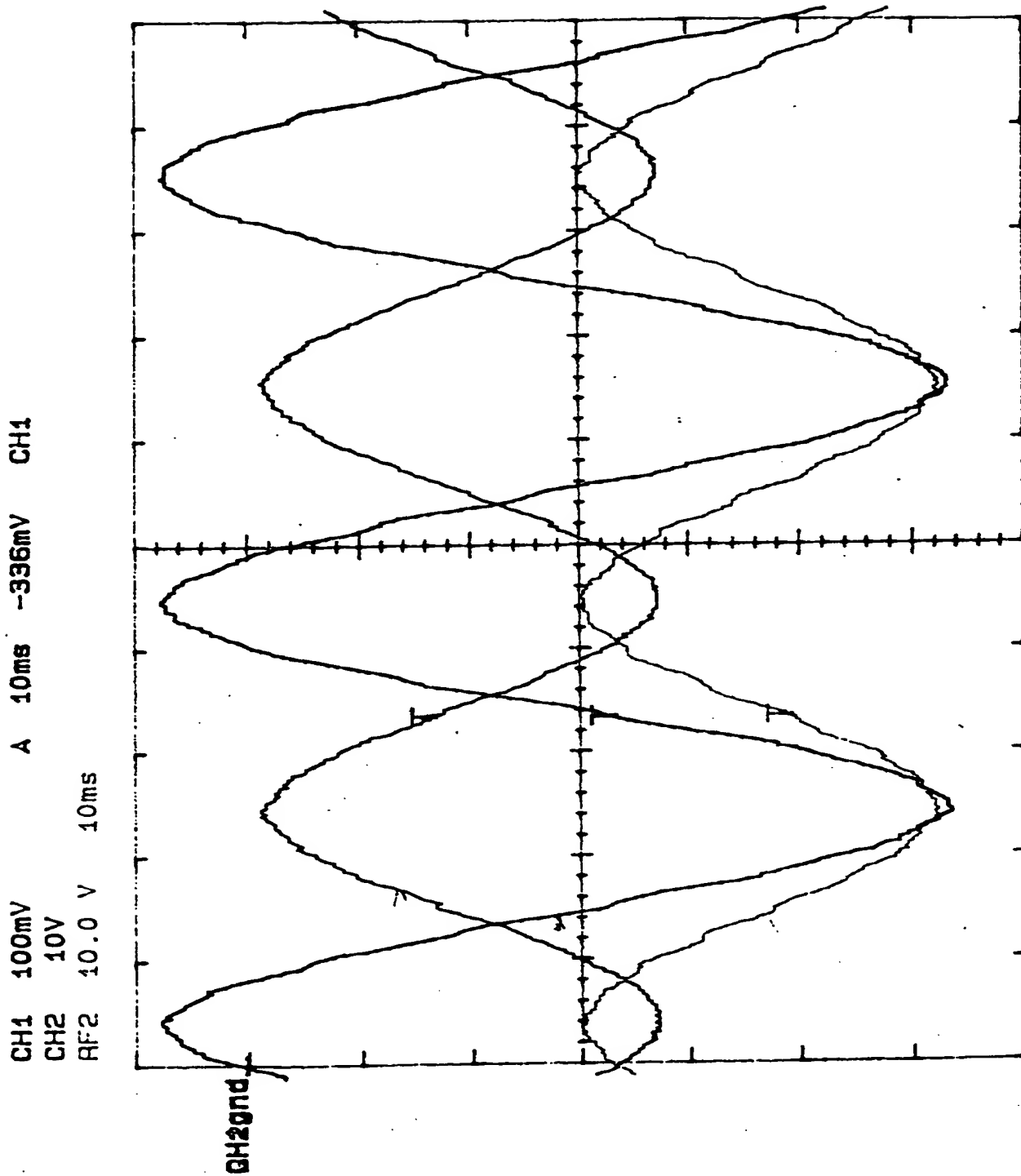
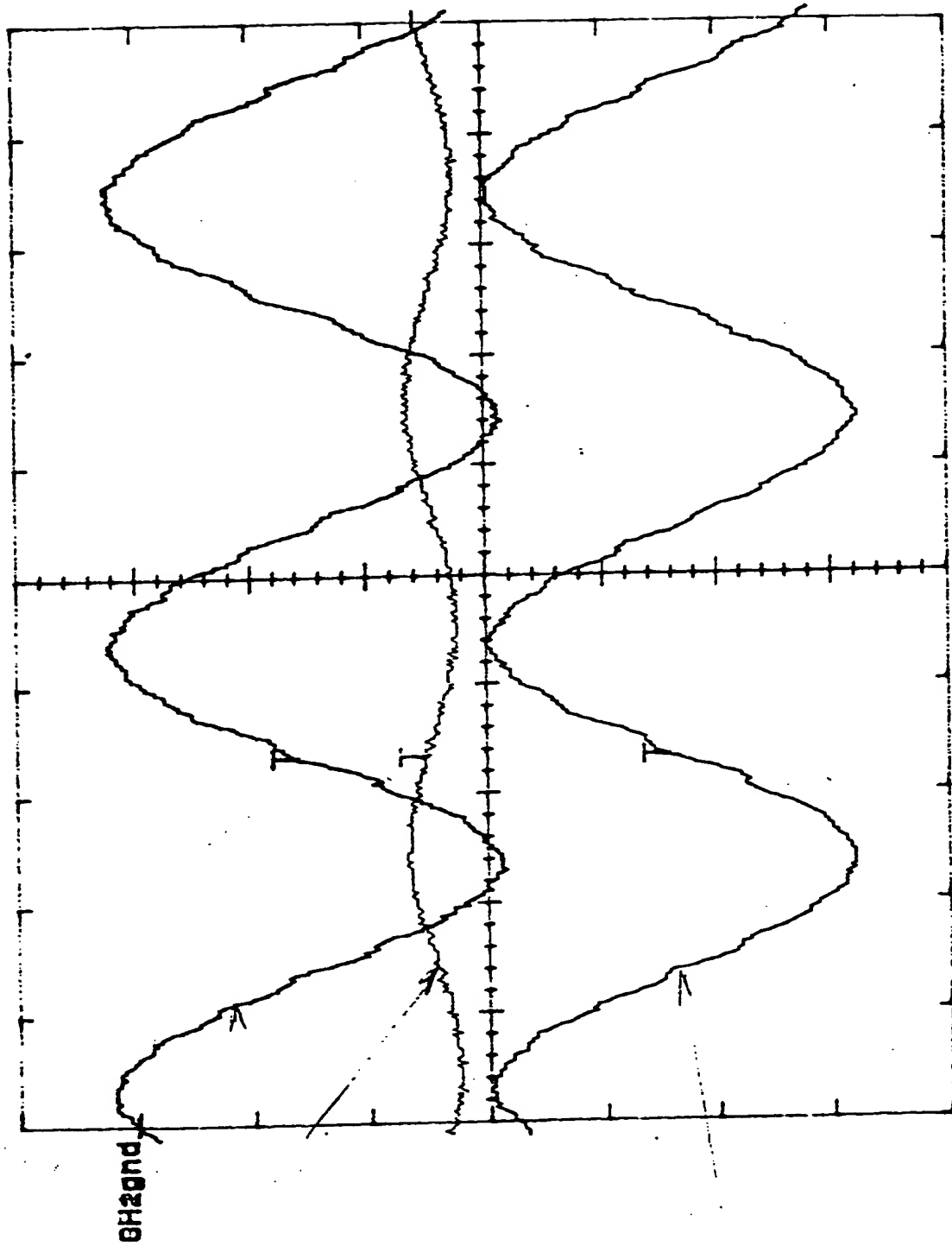


FIG. 13

CH1 100mV A 10ms -47.5 V CH2
CH2 10V
RF1 100mV 10ms



9/9

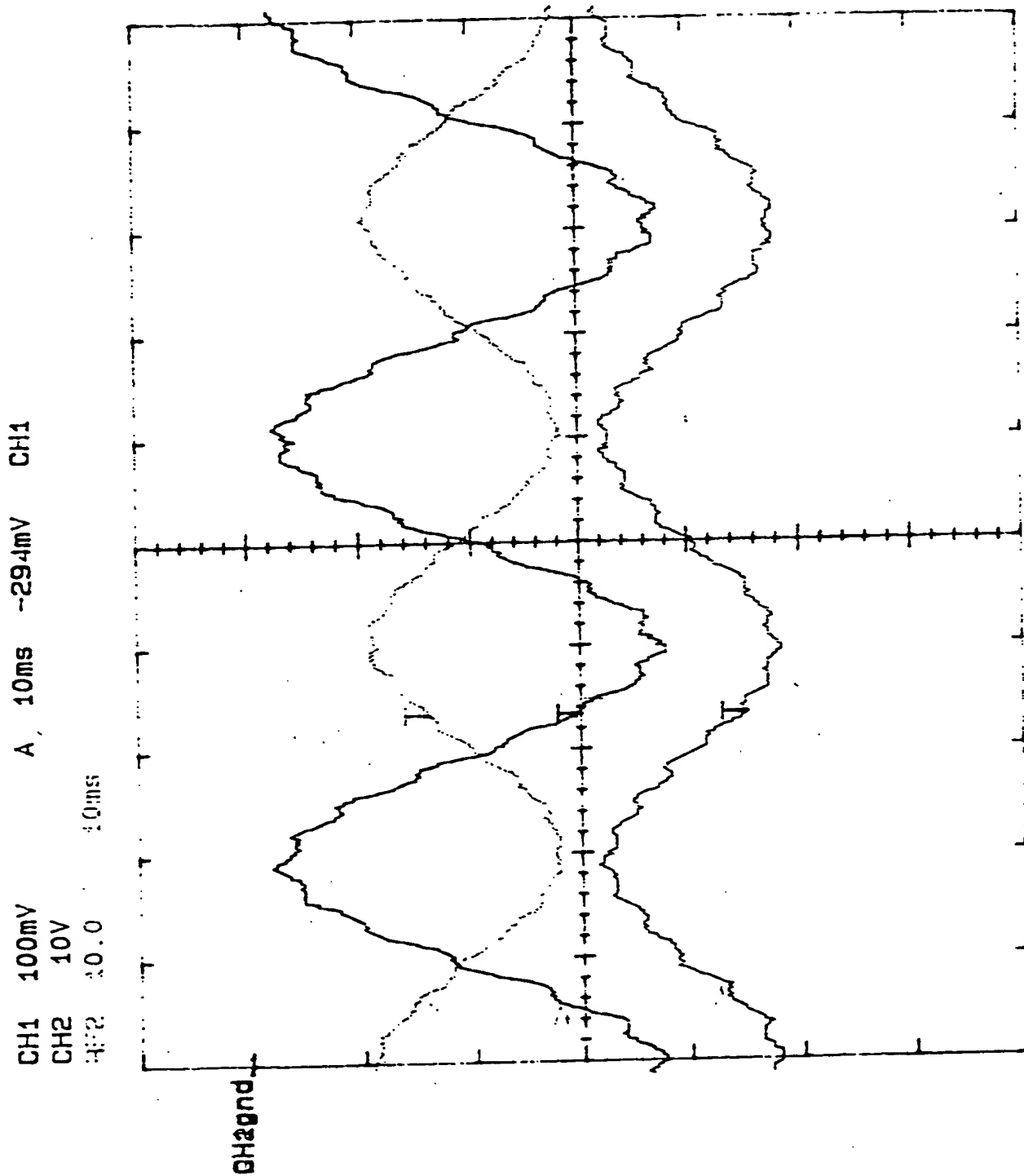


FIG. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

